

DT05 Rec'd PCT/PTD 03 DEC 2004

## IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of	)	
Apneseth Christoffer et al.	)	Group Art Unit: Unassigned
Application No.: Unassigned	)	Examiner: Unassigned
Filed: December 3, 2004	)	Confirmation No.: Unassigned
For: METHOD FOR OPERATING A	)	
SYSTEM WITH A MULTIPLICITY OF	)	
NODES AND A BASE STATION	)	
ACCORDING TO TDMA AND A	)	
SYSTEM FOR THIS PURPOSE (AS	)	
AMENDED)	)	

## SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following priority foreign applications in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

Country:	Germany
Patent Application No.:	1) 103 34 873.5 2) 102 37 799.5
Filed:	1) July 29, 2003 2) August 17, 2002

In support of this claim, enclosed are certified copies of said foreign applications. Said prior foreign applications are referred to in the oath or declaration and/or the Application Data Sheet. Acknowledgement of receipt of these certified copies is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

Date: December 3, 2004

By: \_\_\_\_\_

*Robert S. Swecker*  
Robert S. Swecker  
Registration No. 19,885

P.O. Box 1404  
Alexandria, Virginia 22313-1404  
(703) 836-6620

19.07.2004 10/516612  
**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



PCT/EP 03 / 0 8 6 9 1

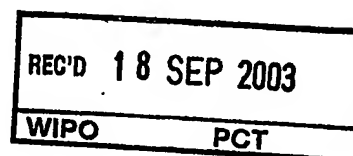
**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

103 34 873.5

**Anmeldetag:**

29. Juli 2003



**Anmelder/Inhaber:**

ABB Research Ltd., Zürich/CH

**Bezeichnung:**

Verfahren zum Betrieb eines Systems mit einer  
Vielzahl Knoten und einer Basisstation gemäß  
TDMA und System hierzu

**Priorität:**

17.08.2002 DE 102 37 799.5

**IPC:**

H 04 J 4/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. August 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Stremmé

ABB Research Ltd.

Zürich

Mp.-Nr. 03/589

29. Juli 2003

PAT 2-Pn

Verfahren zum Betrieb eines Systems mit einer Vielzahl Knoten und einer Basisstation  
gemäß TDMA und System hierzu

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb eines Systems gemäß TDMA (Time Division Multiple Access) mit einer Vielzahl drahtloser Sensoren und / oder Aktoren als Knoten und einer Basisstation, welches in einer Maschine oder Anlage, wie Industrieroboter, Herstellungsautomat oder Fertigungsautomat installiert ist, wobei zyklische TDMA-Datenübertragungsblöcke übertragen werden und sich jeder TDMA-Datenübertragungsblock aus sukzessive nacheinander folgenden Zeitschlitzten zusammensetzt, wobei jeder Zeitschlitz einem bestimmten Knoten zugeordnet ist. Die Erfindung bezieht sich des weiteren auf ein System hierzu.

Als Sensoren bzw. Aktoren können Näherungsschalter/Näherungssensoren, Temperaturmesssensoren, Druckmesssensoren, Strommesssensoren oder Spannungssensoren bzw. mikromechanische, piezoelektrische, elektrochemische, magnetostriktive, elektrostatische oder elektromagnetische Aktoren verwendet werden.

In der DE 199 26 799 A1 wird ein System für eine eine Vielzahl von drahtlosen Näherungssensoren aufweisende Maschine, insbesondere Fertigungsautomat, vorgeschlagen, wobei

- jeder Näherungssensor mindestens eine zur Energieaufnahme aus einem mittelfrequenten Magnetfeld geeignete Sekundärwicklung aufweist,
- wobei mindestens eine von einem mittelfrequenten Oszillator gespeiste Primärwicklung zur drahtlosen Versorgung der Näherungssensoren mit elektrischer Energie vorgesehen ist,
- und wobei jeder Näherungssensor mit einer Sendeeinrichtung ausgestattet ist, welche interessierende Sensor-Informationen beinhaltende Funksignale an eine zentrale, mit einem Prozessrechner der Maschine verbundene Basisstation abgibt.

Bei diesem drahtlosen System entfällt im Vergleich zu konventionellen Lösungen mit Draht/Kabelanschluss zur elektrischen Energieversorgung und zur Kommunikation der durch Planung, Material, Installation, Dokumentation und Wartung bedingte relativ hohe Kostenfaktor der Draht/Kabelanschlüsse. Es können keine Ausfälle aufgrund von Kabelbrüchen oder schlechten, beispielsweise korrodierten Kontakten auftreten.

In der DE 199 26 562 A1 werden ein Verfahren und eine Anordnung zur drahtlosen Versorgung einer Vielzahl Aktoren mit elektrischer Energie, ein Aktor und eine Primärwicklung hierzu sowie ein System für eine Vielzahl von Aktoren aufweisende Maschine vorgeschlagen, wobei die vorgeschlagene Technologie bezüglich Energieversorgung und Kommunikation gleichartig der vorstehend für die DE 199 26 799 A1 angegebenen Technologie ist.

Für die Funkübertragung wird dabei vorzugsweise die TDMA-Technologie (Time Division Multiple Access) eingesetzt, bei der die Signale (Informationen) von der Basisstation zu den Aktoren bzw. Sensoren (Knoten) als downlink Signale und von den Aktoren bzw. Sensoren (Knoten) zur Basisstation als uplink Signale jeweils in Form zyklischer TDMA-Datenübertragungsblöcke übermittelt werden, wobei jedem Sensor/Aktor (Knoten) ein bestimmter Zeitschlitz innerhalb eines Datenübertragungsblockes zugeordnet ist. Beim Stand der Technik wird die Anzahl mit einer Basisstation kommunikationsfähiger Knoten (Sensoren/Aktoren) durch die Anzahl der Zeitslitze eines Datenübertragungsblockes festgelegt und damit begrenzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb eines Systems mit einer Vielzahl Knoten und einer Basisstation gemäß TDMA der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem die Anzahl der mit der Basisstation kommunikationsfähigen Knoten erhöht ist. Des weiteren soll ein System hierzu angegeben werden.

Die Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruchs 1 erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die uplink Signale von den unterschiedlichen Knoten zu der Basisstation gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen gesendet werden können, während die downlink Signale von der Basisstation zu den unterschiedlichen Knoten auf lediglich einer, von den uplink Frequenzen unterschiedlichen Frequenz gesendet werden, wobei die Zeitschlitz und die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Knoten einmal festgelegt und danach beibehalten werden.

Die Aufgabe wird hinsichtlich des Systems mit einer Basisstation und einer Vielzahl Knoten dadurch gelöst, dass die uplink Signale von den unterschiedlichen Knoten zu der Basisstation gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen gesendet werden können, während die downlink Signale von der Basisstation zu den unterschiedlichen Knoten auf lediglich einer, von den uplink Frequenzen unterschiedlichen Frequenz gesendet werden, wobei die Zeitschlitz und die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Knoten einmal festgelegt und danach beibehalten werden.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, dass die Kapazität des Systems mit einer Vielzahl von Knoten und einer Basisstation vergrößert wird, d. h. die Anzahl der möglichen, mit einer Basisstation kommunikationsfähigen Knoten wird bei Verwendung von zwei unterschiedlichen uplink Frequenzen verdoppelt, bei Verwendung von drei unterschiedlichen uplink Frequenzen verdreifacht usw. Der Einsatz zusätzlicher, mit eigenen downlink Frequenzen zu betreibender Basisstationen wird vermieden, wodurch zum einen vorteilhaft durch mehrere downlink Frequenzen verursachte Interferenzen verhindert werden, welche im allgemeinen bei Systemen mit mehreren Basisstationen auftreten und was zum anderen vorteilhaft Kosteneinsparungen zur Folge hat.

Weitere Vorteile sind aus der nachstehenden Beschreibung ersichtlich.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachstehend anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert. In der einzigen Figur ist ein System mit einer Vielzahl von Knoten S.1, S.2...S.n ( $n$  = beliebige ganze positive Zahl), vorzugsweise Sensoren und/oder Aktoren (Knoten) und einer Basisstation BS dargestellt. Die Sensoren und/oder Aktoren S.1, S.2...S.n sind beispielsweise innerhalb einer Anlage installiert oder an einer Maschine, insbesondere einem Fertigungsautomat befestigt. Es ist nachfolgend stets von Sensoren/Aktoren S.1...S.n die Rede, wobei es sich beim einzelnen Bauteil wahlweise um einen Sensor oder um einen Aktor handeln kann. Im allgemeinen weisen die Sensoren einen die Sensor-Umgebung detektierenden Sensorkopf mit nachgeschalteter Signalauswertung sowie die Aktoren eine Aktoreinheit (beispielsweise ein Druckluftventil oder ein Schütz) sowie eine Ansteuereinheit hierfür auf.

Die Sensoren und/oder Aktoren S.1...S.n weisen jeweils eine Kommunikationseinrichtung auf, welche den erforderlichen Funksender und Funkempfänger enthält, um derart eine drahtlose Kommunikation zwischen der Basisstation BS und den einzelnen Sensoren/Aktoren S.1...S.n zu ermöglichen. Bei einem Sensor gelangt das aufbereitete Sensorsignal zu einem Modulator/Codierer mit nachgeschaltetem Funksender und Antenne, wo es an die Basisstation BS gesendet wird. Bei einem Aktor gelangt das von der Basisstation BS gesendete Ansteuersignal über eine Antenne, einen Funkempfänger und einen Demodulator/Decodierer zur Ansteuereinheit.

Die Basisstation BS ist zweckmäßig an einen Zentralrechner (Prozessrechner, Speicherprogrammierbare Steuerung) angeschlossen und weist eine Kommunikationseinrichtung auf, welche Sensorsignale der Sensoren und Meldesignale betreffend den aktuellen Zustand von Aktoren in Form von uplink Signalen UL.1, UL.2...UL.n (uplink = "in Aufwärtsrichtung" = von den Sensoren/Aktoren zur Basisstation) empfängt, Ansteuersignale zur Aktivierung/Deaktivierung der Aktoren in Form von downlink Signalen DL

(downlink = "in Abwärtsrichtung" = von der Basisstation zu den Sensoren/Aktoren) abgibt und Signale zur Einstellung von spezifischen Parametern der Aktoren und Sensoren ebenfalls in Form von downlink Signalen DL abgibt. Die Kommunikationseinrichtung der Basisstation BS weist zumindest eine Antenne auf, an welche ein Funkempfänger und ein Funksender angeschlossen sind. Die Signale des Funkempfängers werden einem Demodulator/Decodierer zugeführt und dem Funksender ist ein Modulator/Codec vorgeschaltet.

Beim TDMA-Verfahren sendet die Basisstation BS zur kontinuierlichen Signalübertragung eine Folge von sukzessive aufeinanderfolgenden TDMA-Datenübertragungsblöcken bzw. Rahmen in Abwärtsrichtung aus, die von jedem Sensor/Aktor  $S.1 \dots S.n$  empfangen werden können. Ein zyklischer TDMA-Datenübertragungsblock oder Rahmen setzt sich aus  $m$  ( $m$  = beliebige ganze Zahl) sukzessive nacheinander folgenden Zeitschlitz zusammen. Jeder Zeitschlitz ist einem bestimmten Sensor oder Aktor  $S.1 \dots S.n$  zugeordnet.

Um sicherzustellen, dass die in einem Zeitschlitz enthaltene Information auch dem richtigen Aktor zugeordnet wird, bzw. um sicherzustellen, dass ein Sensor die der Basisstation BS zu übermittelnde Information während des richtigen Zeitschlitzes absendet, enthält jeder Zeitschlitz ein typisches Synchronisationswort zur exakten Synchronisation zwischen Basisstation BS einerseits und Sensoren/Aktoren  $S.1 \dots S.n$  andererseits. Ein Zeitschlitz eines TDMA-Datenübertragungsblocks setzt sich zusammen aus einer Synchronisations-Präambel, aus der Symbolfolge der eigentlichen Nachricht (Payload) und aus einem Sicherheitsabstand (Guard Time). Die Synchronisations-Präambel enthält die zur Synchronisierung zwischen Funkempfänger und Funksender erforderlichen Angaben.

Obwohl beispielsweise die Sensoren ihre Nachrichten in zufälligen Augenblicken generieren, erfolgt eine an den zugeordneten Zeitschlitz angepasste Übertragung der Daten. Ein Sensor/Aktor  $S.1 \dots S.n$  sendet seinen Datenübertragungsblock in Aufwärtsrichtung (uplink Signal) nach Ablauf einer festen Zeitspanne, nachdem er die Information im zugehörigen Zeitschlitz in Abwärtsrichtung (downlink Signal) empfangen hat.

Der Empfänger der Basisstation BS kann aus der jedem Zeitschlitz zugeordneten Nummer und Frequenz unverwechselbar den jeweiligen Funksender, d. h. den relevanten Sensor/Aktor (Knoten) S.1...S.n bestimmen.

Wesentliches Kriterium der Erfindung ist es, dass die uplink Signale UL.1, UL.2...UL.n von den unterschiedlichen Sensoren/Aktoren S.1...S.n gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen gesendet werden, d. h. während eines uplink Zeitschlitzes werden gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen die Daten von unterschiedlichen Sensoren/Aktoren S.1...S.n gesendet. Ein Ausführungsbeispiel hierzu:

- Knoten S.1 sendet während des ersten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblo-ckes auf der Frequenz f1,
- Knoten S.2 sendet während des ersten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblo-ckes auf der Frequenz f2
- Knoten S.3 sendet während des ersten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblo-ckes auf der Frequenz f3,
- Knoten S.4 sendet während des zweiten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblo-ckes auf der Frequenz f1,
- Knoten S.5 sendet während des zweiten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblo-ckes auf der Frequenz f2,
- Knoten S.6 sendet während des zweiten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblo-ckes auf der Frequenz f3,
- Knoten S.7 sendet während des dritten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblo-ckes auf der Frequenz f1,
- Knoten S.8 sendet während des dritten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblo-ckes auf der Frequenz f2,
- Knoten S.9 sendet während des dritten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblo-ckes auf der Frequenz f3,
- Knoten S.10 sendet während des vierten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblo-ckes auf der Frequenz f1,
- Knoten S.11 sendet während des vierten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblo-ckes auf der Frequenz f2 usw.



Die downlink Signale DL werden im Unterschied hierzu auf lediglich einer einzigen Frequenz gesendet, d. h. während eines jeden downlink Zeitschlitzes werden die Daten an zwei, drei oder mehr Sensoren/Aktoren  $S.1 \dots S.n$  gleichzeitig gesendet, was durch geeignetes Packen der Daten erfolgt. Diese Verfahrensweise hat den Vorteil, dass insgesamt weniger Frequenzen durch das System belegt werden.

Die Funktionsweise der Basisstation BS ermöglicht dementsprechend den gleichzeitigen Empfang von zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen entsprechend den Frequenzen der uplink Signale. Im einfachsten Fall bedeutet dies, dass zwei, drei oder mehr separate Empfänger – jeweils zum Empfang einer festen Frequenz eingestellt – vorgesehen sind. Jeder Empfänger kann eine eigene Empfangsantenne aufweisen. Alternativ kann eine gemeinsame Empfangsantenne für alle Empfänger vorgesehen sein. Des weiteren ist es realisierbar, dass bestimmte analoge und/oder digitale Baukomponenten gemeinsam für alle Empfangsfrequenzen vorgesehen sind, während andere Baukomponenten empfangsfrequenzspezifisch ausgebildet sind.

Selbstverständlich werden die uplink Signale nur dann gebildet und gesendet, wenn die entsprechenden Knoten entsprechende Informationen, beispielsweise Sensor-Daten oder Empfangsbestätigungen, zu senden haben, d. h. es ist selbstverständlich nicht zwingend erforderlich, dass jeder Knoten während eines jeden ihm zugeordneten Zeitschlitzes sendet.

Die uplink Zeitschlitzte werden frequenz-orthogonal (einander nicht beeinflussend, nicht überlappend) benutzt, d. h. die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Sensoren/Aktoren werden derart festgelegt, dass Interferenzen innerhalb des Systems möglichst vermieden werden. Ebenso ist die downlink Frequenz orthogonal zu den verwendeten uplink Frequenzen.

Dabei werden die Zeitschlitzte und die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Knoten einmal - während der Konfiguration des Systems - festgelegt und danach beibehalten.

Aufbauend auf den und unter Beachtung der vorstehenden Erläuterungen ist es auch möglich, das aus einer Basisstation und einer Vielzahl Knoten bestehende System sowohl für die uplink Signale als auch für die downlink Signale nach dem Frequency Hopping Verfahren zu betreiben, um derart die Qualität der drahtlosen Kommunikation zu erhöhen.

Frequency Hopping FH ist ein bekanntes Verfahren auf dem Gebiet der drahtlosen Kommunikation, um frequenz-selektivem Fading und Interferenzen entgegenzuwirken. Die Übertragungsfrequenz (Trägerfrequenz) springt dabei über einem weiten Frequenzband gemäß einer festgelegten Sprung-Frequenzfolge (Frequency Hopping Frequenzfolge), welche sowohl dem Sender als auch dem Empfänger bekannt ist. Für Übertragungskanäle mit frequenzabhängigen Übertragungsbedingungen und relativ hohen Fehlerraten kann mittels Frequency Hopping sichergestellt werden, dass eine Übertragung mit ausreichender Qualität und ausreichend niedriger Fehlerrate erfolgt. In Verbindung mit Fehlerüberwachungsverfahren – wie beispielsweise FEC (Forward Error Correction) oder ARQ (Automatic Repeat Request) – ist vielfach mittels eines Frequency Hopping Systems eine zuverlässige Kommunikation erzielbar.

Die Grundlagen des Frequency Hopping sind beispielsweise aus J. G. Proakis, Digital Communications, McGraw Hill, 1983, Section 8.3, pp. 580 – 587 bekannt.

Des weiteren wird auf das Fachbuch K. Dostert, Powerline Kommunikation, Francis Verlag GmbH Poing, 2000, Seiten 116 – 123 hingewiesen.

Der Wechsel der gemäß der Frequency Hopping Frequenzfolge festgelegten Frequenzen erfolgt dabei vorzugsweise rahmenweise. Die Erzeugung der Frequency Hopping Frequenzfolge erfolgt beispielsweise auf Basis der Taktgebersignale der Basisstation, welche den Knoten mittels der downlink Signale zugeleitet werden.

Die Frequency Hopping Frequenzfolgen sind dabei vorteilhaft derart festgelegt,

- dass die uplink Frequenzen und die downlink Frequenzen das gleiche Gesamt-Frequenzband benutzen,

- dass die Frequenzfolgen nur geringe Korrelation aufweisen,
- dass alle Frequenzen des zugewiesenen Frequenzbandes verwendet werden,
- dass unmittelbar aufeinanderfolgende Frequenzsprünge einen möglichst weiten Abstand aufweisen,
- dass die unterschiedlichen, gleichzeitig auftretenden uplink Frequenzen sowie die gleichzeitig auftretende downlink Frequenz keine Interferenzen verursachen.

Es ist dabei jedoch nicht zwingend erforderlich, dass die Frequency Hopping Frequenzfolgen alle vorstehend angeführten Kriterien erfüllen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Systems gemäß TDMA (Time Division Multiple Access) mit einer Vielzahl drahtloser Sensoren und / oder Aktoren als Knoten (S.1...S.n) und einer Basisstation (BS), welches in einer Maschine oder Anlage, wie Industrieroboter, Herstellungsautomat oder Fertigungsautomat installiert ist, wobei zyklische TDMA-Datenübertragungsblöcke übertragen werden und sich jeder TDMA-Datenübertragungsblock aus sukzessive nacheinander folgenden Zeitschlitzten zusammensetzt, wobei jeder Zeitschlitz einem bestimmten Knoten zugeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die uplink Signale (UL.1...UL.n) von den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) zu der Basisstation (BS) gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen (f1, f2, f3) gesendet werden können, während die downlink Signale (DL) von der Basisstation (BSA) zu den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) auf lediglich einer, von den uplink Frequenzen unterschiedlichen Frequenz gesendet werden, wobei die Zeitschlitzte und die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Knoten einmal festgelegt und danach beibehalten werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Sensoren und / oder Aktoren (S.1...S.n) und die downlink Frequenz derart festgelegt werden, dass Interferenzen möglichst vermieden werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Frequency Hopping Verfahren verwendet wird.

4. System mit einer Vielzahl drahtloser Sensoren und/oder Aktoren als Knoten (S.1...S.n) und einer Basisstation (BS), welches in einer Maschine oder Anlage, wie Industrieroboter, Herstellungsautomat oder Fertigungsautomat installiert ist, wobei zwischen der Basisstation und den Knoten sowie zwischen den Knoten und der Basisstation zyklische TDMA-Datenübertragungsblöcke übertragen werden, dadurch gekenn-

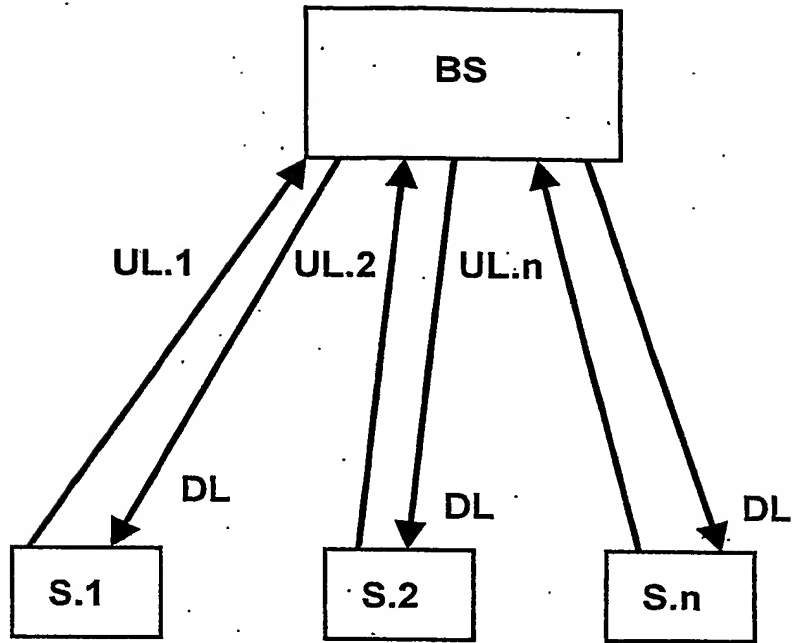
zeichnet, dass die uplink Signale (UL.1...UL.n) von den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) zu der Basisstation (BS) gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen ( $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ ) gesendet werden können, während die downlink Signale (DL) von der Basisstation (BSA) zu den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) auf lediglich einer, von den uplink Frequenzen unterschiedlichen Frequenz gesendet werden, wobei die Zeitschlitze und die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Knoten einmal festgelegt und danach beibehalten werden.

Verfahren zum Betrieb eines Systems mit einer Vielzahl Knoten und einer Basisstation  
gemäß TDMA sowie Basisstation und System hierzu

Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zum Betrieb eines Systems gemäß TDMA (Time Division Multiple Access) mit einer Vielzahl drahtloser Sensoren und / oder Aktoren als Knoten (S.1...S.n) und einer Basisstation (BS) vorgeschlagen, welches in einer Maschine oder Anlage, wie Industrieroboter, Herstellungsausrüstung oder Fertigungsautomat installiert ist, wobei zyklische TDMA-Datenübertragungsblöcke übertragen werden und sich jeder TDMA-Datenübertragungsblock aus sukzessive nacheinander folgenden Zeitschlitzern zusammensetzt. Jeder Zeitschlitz ist einem bestimmten Knoten zugeordnet. Die uplink Signale (UL.1...UL.n) von den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) zu der Basisstation (BS) können gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen ( $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ ) gesendet werden, während die downlink Signale (DL) von der Basisstation (BSA) zu den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) auf lediglich einer, von den uplink Frequenzen unterschiedlichen Frequenz gesendet werden. Die Zeitschlitz und die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Knoten werden einmal festgelegt und danach beibehalten.

Signifikante Fig.: Einzige Fig.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

---

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**